

# 镍钴行业清洁生产评价指标体系

---

国家发展和改革委员会  
环境保护部 发布  
工业和信息化部

# 目 次

前 言.....	III
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价指标体系.....	3
5 评价方法.....	23
6 指标解释与数据来源.....	24

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，指导和推动镍钴采选、冶炼企业依法实施清洁生产，提高资源利用率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定镍钴行业清洁生产评价指标体系（以下简称“指标体系”）。

本指标体系依据综合评价所得分值将清洁生产等级划分为三级，I级为国际清洁生产领先水平；II级为国内清洁生产先进水平；III级为国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本指标体系将适时修订。

本指标体系起草单位：北京矿冶研究总院、中国环境科学研究院、金川集团股份有限公司。

本指标体系由国家发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部负责解释。

## 1 适用范围

本指标体系规定了镍钴采选、冶炼生产企业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产标准指标分为六类，即生产工艺装备指标、资源与能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标（矿山生态保护指标）、清洁生产管理指标。

本指标体系适用于镍钴采选、冶炼企业清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告，环境影响评价、排污许可证、环境领跑者等管理制度。

## 2 规范性引用文件

本指标体系内容引用了下列文件中的条款。凡不注明日期的引用文件，其有效版本适用于指标体系。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 16423 金属非金属矿山安全规程
- GB 50771 有色金属采矿设计规范
- GB 21251 镍冶炼企业单位产品能源消耗限额
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准及其修改单
- GB/T 6516-2010 电解镍
- GB/T 15898-2013 化学试剂 六水合硝酸钴(硝酸钴)
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 25049-2010 镍铁
- GB/T 26005-2010 草酸钴
- GB/T 26523-2011 精制硫酸钴
- GB/T 26525-2011 精制氯化钴
- YS/T 708-2009 镍精矿生产能源消耗限额
- YS/T 340-2005 镍精矿
- YS/T 301-2007 钴精矿
- YS/T 255-2009 钴
- YS/T 673-2013 还原钴粉

《清洁生产评价指标体系编制通则》(试行稿)(国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部 2013 年第 33 号公告)

## 3 术语和定义

GB 8978、GB 50771、GB 21251、GB 25467、GB/T 6516 及《清洁生产评价指标体系编制通则》(试行稿)所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

### 3.1 镍钴行业

本指标体系所指镍钴行业包括镍钴采矿企业、镍钴选矿企业、镍钴冶炼企业，不包括以废旧镍钴为原料的再生冶炼企业。

### 3.2 限定性指标

指对清洁生产有重大影响或者法律法规明确规定必须严格执行、在对镍钴生产企业进行清洁生产水平评定时必须首先满足的先决指标。本指标体系将限定性指标确定为：单位产品综合能耗、生产用新鲜水量、开采回采率、冶炼综合回收率、工业用水重复利用率、环境法律法规标准、废物处理处置、环境应急等指标。

### 3.3 有效风量率

坑内有效风量占总通风量的百分率。

### 3.4 开采回采率

从某一采场或矿块内采出的矿石（或金属）总量与此采场或矿块拥有的矿石（或金属）总储量的比值。以百分率表示。也称回采率。

### 3.5 单位产品综合能耗

在一定的计量时间内，采矿、选矿、冶炼生产工艺能源单耗与采矿、选矿、冶炼生产工艺单位辅助能耗及损耗分摊量之和。

### 3.6 单位产品新鲜水耗

在一定的计量时间内，生产单位产品或完成单位工作量而消耗的新水量。

### 3.7 废石综合利用率

在一定的计量时间内，回收利用的废石量与同期废石产生量之比。

### 3.8 土地复垦率

已恢复的土地面积与被破坏土地的面积之比（以百分率表示）。这里指可复垦率。

### 3.9 选矿回收率

在一定的计量时间内，精矿中的金属(有用组分)的数量与原矿中金属(有用组分)的数量的百分比。

### 3.10 工业用水重复利用率

在一定的计量时间内，在生产过程中使用的重复利用水量与总用水量的百分比。

### 3.11 尾矿综合利用率

在一定的计算时间内，尾矿综合回收利用量与同期尾矿产生量的百分比。

### 3.12 冶炼回收率

冶炼过程回收的有价值分量占原料中该组分总量的百分数。

### 3.13 工业固废综合利用率

在一定的计算时间内，冶炼过程中产生的工业固废综合回收利用量与同期工业固废产生量的百分比。

### 3.14 总硫利用率

在一定的计量时间内，原料中的硫在冶炼过程中通过各种回收方式进行综合利用所达到的利用率，不包括进入水淬渣中的硫、废气末端治理产生的废渣及尾气排入环境中的硫；废气中低浓度二氧化硫治理回收生产副产品，计入总硫利用率。

### 3.15 总硫捕集率

综合回收利用的硫量及产品、废渣含硫量之和与原料中含硫总量的百分比。

## 4 评价指标体系

### 4.1 指标选取说明

本指标体系根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，进行指标选取。根据评价指标的性质，可分为定量指标和定性指标两种。

定量指标选取了有代表性的、能反映“节能”、“降耗”、“减污”和“增效”等有关清洁生产最终目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产程度。定性指标根据国家有关推行清洁生产的产业发展和技术进步政策、资源环境保护政策规定以及行业发展规划选取，用于考核企业对有关政策法规的符合性及其清洁生产工作实施情况。

### 4.2 指标基准值及其说明

各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。

在定量评价指标中，各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。本指标体系确定各定量评价指标的评价基准值的依据是：凡国家或行业在有关政策、规划等文件中对该项指标已有明确要求的就执行国家要求的数值；凡国家或行业对该项指标尚无明确要求的，则选用国内大中型镍钴采矿企业、镍钴选矿企业、镍钴冶炼企业近年来清洁生产所实际达到的中上等以上水平的指标值。因此，本定量评价指标体系的评价基准值代表了行业清洁生产的先进水平。

在定性评价指标体系中，衡量该项指标是否贯彻执行国家有关政策、法规的情况，按“是”或“否”两种选择来评定。

### 4.3 指标体系

镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（露天开采）见表 1。

镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（地下开采）见表 2。

硫化镍钴矿选矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值见表 3。

镍冶炼企业按照原料不同分为硫化镍精矿冶炼企业、氧化镍矿冶炼企业。硫化镍精矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值见表 4。氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（火

法) 见表 5。氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值(湿法) 见表 6。

钴冶炼企业按照产品不同分为生产钴盐、电钴、钴粉企业。钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值(钴盐) 见表 7。钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值(电钴) 见表 8。钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值(钴粉) 见表 9。

表 1 镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（露天开采）

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	生产工艺	/	0.5	根据矿石赋存条件、地质条件和经济合理性选择最适合的采矿工艺			
2			生产装备	/	0.5	采用大型化，效率高、能耗低的设备；运输、铲装设备配有除尘净化设施			
3	资源与能源消耗指标	0.24	单位产品综合能耗※	kgce/t 采（掘）量	1.0	≤0.8	≤1.0	≤1.3	
4	资源综合利用指标	0.22	开采回采率※	%	0.7	≥96	≥94	≥92	
5			废石综合利用率	%	0.3	≥60	≥40	≥20	
6	污染物产生指标	0.04	采矿作业场所粉尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	1.0	≤2.0	≤2.5	≤4.0	
7	矿山生态保护指标	0.10	土地复垦率	%	1.0	≥90	≥85	≥50	
8	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※	/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			
9			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置			
10			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
11			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		
12			环保设施运行管理	/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全			
13			环境应急※	/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生			
注：带※的指标为限定性指标。									

表2 镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（地下开采）

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.3	生产工艺	/	0.3	根据矿石赋存条件、地质条件和经济合理性选择最适合的采矿工艺			
2			生产装备	/	0.3	采用大型化，效率高、能耗低的设备；运输、铲装设备配有除尘净化设施	采用一般装备、无国家明令淘汰的设备		
3			排水	/	0.2	符合 GB16423 地下开采排水的相关要求，实现自动控制排水	符合 GB16423 地下开采排水的相关要求，实现人工值守排水	符合 GB16423 地下开采排水的相关要求，实现人工定时排水	
4			通风	/	0.2	风量调节能自动控制、作业环境适宜，矿井通风系统的有效风量率不低于90%、风速达到设计值的98%	风量调节能部分自动控制、作业环境比较适宜，矿井通风系统的有效风量率不低于75%	符合 GB16423《金属非金属矿山安全规程》要求，矿井通风系统的有效风量率不低于60%	
5	资源与能源消耗指标	0.24	单位产品综合能耗※	kgce/t 采（掘）量	0.5	≤4.8	≤5.2	≤5.8	
6			新鲜水耗※	m <sup>3</sup> /t 原矿	0.5	尽量采用地下涌水，不足采用新水，新水用量≤0.4	尽量采用地下涌水，不足采用新水，新水用量≤0.5	尽量采用地下涌水，不足采用新水，新水用量≤0.6	
7	资源综合利用指标	0.22	开采回采率※	%	0.8	≥95	≥92	≥80	
8			废石综合利用率	%	0.2	≥70	≥50	≥30	
9	污染物产生指标	0.04	采矿作业场所粉尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	1.0	≤1.0	≤2.5	≤4.0	
10	矿山生态保护指标	0.10	土地复垦率	%	1.0	≥90	≥85	≥50	
11	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度		
12			废物处理处置※		/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置		
13			组织机构		/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作		
14			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
15			环保设施运行管理	/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全		
16			环境应急※	/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生		
注：带※的指标为限定性指标。								

表3 硫化镍钴矿选矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	生产工艺	/	0.2	采用先进、适用的选矿工艺和技术			
2			生产装备	/	0.1	采用具有大型化、效率高、能耗低的国际先进水平的选矿装备			
3			自动化控制系统	/	0.1	选矿全过程自动控制	选矿过程主要参数自动控制		
4			主要选矿设备完好率	%	0.2	≥95	≥92	≥88	
5			生产作业地面防渗措施和设施	/	0.15	具备			
6			事故性渗漏防范措施和设施	/	0.15	具备			
7			共伴生矿产资源综合利用措施和设施	/	0.1	具备			
8	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	kgce/t 原矿	0.5	≤8.5	≤9.0	≤10.0	
9			单位产品新鲜水耗※	m³/t 原矿	0.5	≤1.0	≤2	≤3.0	
10	资源综合利用指标	0.24	选矿回收率	镍（原矿镍含量≥1%）	%	0.3	≥87	≥85.5	≥80.0
				镍（原矿镍含量<1%）			≥85.5	≥83.5	≥80.0
				钴			≥80	≥77	≥75
			其他有价伴生元素	/	0.1	进行了回收利用			
11		工业用水重复利用率※	%	0.3	≥85	≥80	≥75		
12		尾矿砂综合利用率	%	0.3	≥30	≥20	≥15		
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量	Pb	g/t 原矿	0.15	≤0.48	≤0.80	≤2.00
14				Hg	g/t 原矿	0.15	≤0.024	≤0.096	≤0.200
15				Cd	g/t 原矿	0.15	≤0.04	≤0.20	≤0.40

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
16			(废水)※	As	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.24	≤0.96	≤2.00
17				Ni	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.1	≤0.72	≤1.28	≤2.00
18				Co	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.1	≤1.44	≤2.56	≤4.00
19				COD	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.2	≤120	≤176	≤240
20	产品特征指标	0.04	矿精矿化学成分量	/	1	符合 YS/T 340 镍精矿、YS/T301 钴精矿的质量要求			
21	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※	/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求, 外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求, 严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			
22			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果, 一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置, 危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置			
23			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构, 配备专职环境管理人员, 开展环境保护和清洁生产有关工作			
24			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系, 环境管理手册、程序文件及作业文件齐备, 定期完成新一轮清洁生产审核, 审核方案全部实施, 并通过验收		
25			环保设施运行管理	/	0.1	环保设施正常运行, 无跑、冒、滴、漏现象, 设立环保设标识, 环保设施运行台账齐全			
26			环境应急※	/	0.2	编制环境风险应急预案, 并进行备案, 定期开展环境风险应急演练, 可及时应对重大环境污染事故发生			
<p>注: (1) 带※的指标为限定性指标。</p> <p>(2) 污染物产生指标中废水的相关指标均指尾矿库废水量及回水口处污染物相关指标。</p>									

表 4 硫化镍精矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺	/	0.2	闪速熔炼、富氧熔池熔炼			
2			精炼工艺	/	0.2	硫化镍（或粗镍）阳极电解、硫酸（氯化）体系电积	其它符合国家产业规定的方法		
3			精炼装备	/	0.1	湿法精炼采用大型硫化镍电解或高冰镍选择性浸出-电积设备	常规性的精炼设备，无国家明令淘汰的设备		
4			自动控制系统	熔炼	/	0.1	熔炼全过程自动控制	熔炼过程主要参数自动控制	
5				精炼	/	0.1	始极片制作实现大型化、自动化，电解（积）过程及阴、阳极板出装实现自动化	始极片制作实现大型化、主要工序自动化，电解（积）过程阴、阳极板出装实现部分自动化	始极片制作实现机械化、电积过程主要参数实现自动控制
6			精炼车间防腐防渗措施	/	0.1	生产车间地面采取防渗、防漏和防腐措施；车间内墙面和天花板采取防腐措施；电解液储槽及污水系统具备防腐防渗措施			
7			废气的收集与处理	/	0.1	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点密闭；湿法产生废气的各种槽罐密闭	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点有完备的收尘措施；湿法处理过程主要产生废气的槽罐半密闭，厂房中有废气收集装置和系统		
8			余热利用装置	/	0.1	具有余热锅炉或其他余热利用装置			
9	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品新鲜水耗※	m <sup>3</sup> /t 镍	0.35	≤50		≤80	
10			单位产品综合能耗※	镍精矿-高镍硫	kgce/高冰 t 镍	0.35	≤550	≤680	≤980
				高镍硫-电解镍	kgce/t 镍		≤1450	≤1550	≤2000
				镍精矿-电解镍			≤3580	≤3920	≤5200
11	电解残极率	硫化镍电解	%	0.3	≤23	≤24.2	≤24.7		

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
				粗镍电解			≤18	≤19	≤20
12	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	镍※	%	0.2	综合回收率≥94		综合回收率≥90
13				铜	%	0.1	综合回收率≥94		综合回收率≥90
14				钴	%	0.1	综合回收率≥50		综合回收率≥40
15			工业用水重复利用率※	%	0.2	≥95	≥90	≥85	
16			工业固体废物综合利用率	%	0.2	≥90	≥85	≥80	
17			总硫利用率	%	0.1	≥96	≥95	≥94	
18			总硫捕集率	%	0.1	≥99	≥98.5		
19			污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量(废水)※	Ni	g/t 镍	0.06	≤135
20	Cu	g/t 镍				0.06	≤55		≤65
21	Co	g/t 镍				0.05	≤17.5		≤20.0
22	Pb	g/t 镍				0.07	≤55		≤70
23	As	g/t 镍				0.07	≤16		≤20
24	Hg	g/t 镍				0.07	≤6		≤10
25	Cd	g/t 镍				0.07	≤14		≤18
26	COD	g/t 镍				0.07	≤22000		≤25000
27	单位产品特征污染物产生量(废气)	Pb※				g/t 镍	0.07	≤90	
28		As※			g/t 镍	0.07	≤200		≤250
29		Cd※			g/t 镍	0.07	≤12		≤20
30		Hg※			g/t 镍	0.07	≤0.8		≤1.2
31		Ni			g/t 镍	0.06	≤200		≤252
32		SO <sub>2</sub> ※			kg/t 镍	0.07	≤250	≤400	≤600
33	NO <sub>x</sub> ※	kg/t 镍			0.07	≤120		≤170	
34	产品特征指标	0.04	产品	镍	/	1	符合 GB/T 6516 电解镍产品的质量要求		
35	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求, 外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求, 严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度		
36			废物处理处置※		/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果, 一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置, 危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置		

序号	一级指标	一级指标 权重值	二级指标	单位	二级指标 权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
37			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作		
38			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收	
39			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全	
40			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生	
<p>注：（1）带※的指标为限定性指标。</p> <p>（2）单位能耗计算按照 GB21251-2014 镍冶炼企业单位产品能源消耗限额第 5 节统计范围、计算方法及计算范围计算。</p>								

表 5 氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（火法）

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.3	回转窑-电炉（RKEF）工艺技术			
2			电炉	MVA	0.3	≥72	≥50	≥33		
3			自动控制系统		/	0.2	冶炼全过程自动控制	冶炼过程主要参数自动控制		
4			废气的收集与处理		/	0.1	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点密闭；湿法时产生废气的各种槽罐密闭	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点有完备的收尘措施		
5			余热利用装置		/	0.1	具有余热锅炉或其他余热利用装置			
6	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※		kgce/t 镍铁	0.5	≤1500	≤1800	≤2100	
7			单位产品新鲜水耗※		m³/t 镍铁	0.5	≤6	≤8	≤10	
8	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	镍※	%	0.3	≥92	≥90	≥80	
9			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥98	≥96	≥95	
10			工业固体废物综合利用率		%	0.3	≥90	≥85	≥80	
11			总硫捕集率		%	0.1	≥99	≥98.5		
12	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废气）	Pb※	g/t 镍铁	0.15	≤0.9		≤1.0	
13				As※	g/t 镍铁	0.15	≤0.6		≤1.2	
14				Cd※	g/t 镍铁	0.15	≤0.6		≤1.2	
15				Hg※	g/t 镍铁	0.15	≤1.2		≤1.8	
16				Ni	g/t 镍铁	0.10	≤1.8		≤3.0	
17				SO₂※	kg/t 镍铁	0.15	≤3		≤5	
18				NOx※	kg/t 镍铁	0.15	≤1		≤3	
19	产品特征指标	0.04	镍铁		/	1	符合 GB/T 25049 镍铁相应的质量要求			
20	清洁生产管	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污			

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
	理指标					许可证管理要求,严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			
21			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果,一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置,危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置			
22			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构,配备专职环境管理人员,开展环境保护和清洁生产有关工作			
23			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系,环境管理手册、程序文件及作业文件齐备,定期完成新一轮清洁生产审核,审核方案全部实施,并通过验收		
24			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行,无跑、冒、滴、漏现象,设立环保设标识,环保设施运行台账齐全		
25			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案,并进行备案,定期开展环境风险应急演练,可及时应对重大环境污染事故发生		
注:带※的指标为限定性指标。									

表6 氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（湿法）

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.25	加压酸浸技术	常压酸浸技术	
2			浸出装备		/	0.25	采用节能、高效大型化的高压浸出设备	采用一般常压浸出设备	
3			自动控制 系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制	
5				净化除杂	/	0.1	净化过程连续，自动化水平高	净化过程连续，主要参数实现自动控制	
6			废气的收集与处理		/	0.1	湿法处理过程产生废气的各种槽罐密闭	湿法处理过程主要产生废气的槽罐密闭，厂房中有废气收集装置	
7			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备		
8			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备		
9			资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※		kgce/t 镍	0.5	≤6000
10	单位产品新鲜水耗※				m³/t 镍	0.5	≤200	≤250	≤300
11	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	镍※	%	0.4	≥88		≥80
12				可回收共生伴生有价金属	%	0.2	≥90	≥80	≥65
13			工业用水重复利用率※		%	0.2	≥40		≥35
14			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80
15	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）※	Ni	g/t 镍	0.25	300		350
16				As	g/t 镍	0.25	3		5
17				Cd	g/t 镍	0.25	30		40
18				Cr	g/t 镍	0.25	2.5		3.5
19	产品特征指标	0.04	氢氧化镍钴		/	1	镍钴含量≥35%	镍钴含量≥25%	
			硫化镍钴				镍钴含量≥50%	镍钴含量≥35%	

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
20	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※	/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			
21			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置			
22			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
23			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		
24			环保设施运行管理	/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全			
25			环境应急※	/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生			
注：带※的指标为限定性指标。如产品后续为电镍，可参照表 4 电解相关要求执行。									

表 7 钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（钴盐）

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.25	浸出—萃取净化工艺处理			
2			生产装备		/	0.25	浸出、萃取设备高效、大型化，有完善的废气回收装置	一般的浸出、萃取设备，有废气的补集处理装置		
3			自动控制 系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制		
4				除杂	/	0.1	除渣全过程自动控制	除渣过程主要参数自动控制		
5			废气的收集与处理		/	0.1	产生废气的各种槽罐密闭	产生废气的各种槽罐半密闭，具有完备的废气收集和处理设施		
6			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备			
7			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备			
8	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	原料为氧化钴矿、碳酸钴料、钴渣	kgce/t 钴	0.5	≤2300	≤2400	≤2500	
9			单位产品新鲜水耗※		m <sup>3</sup> /t 钴	0.5	≤160	≤180	≤200	
10	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	钴※	%	0.5	≥98	≥96	≥95	
11			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥95	≥90	≥85	
12			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80	
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）	Hg※	g/t 钴	0.35	≤5		≤10	
14				Cr※	g/t 钴	0.35	≤10		≤20	
15				Co	g/t 钴	0.30	≤250		≤400	
16	产品特征指标	0.04	钴产品		/	1	符合 GB/T 26523、GB/T 26525、GB/T 15898、GB/T 26005 相应的钴产品质量标准			
17	清洁生产管	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污			

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
	理指标					许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			
18			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置			
19			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
20			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		
21			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全		
22			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生		
注：带※的指标为限定性指标。									

表 8 钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（电钴）

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.2	浸出—萃取净化—电解工艺		浸出-沉淀净化-电解工艺	
2			生产装备			0.2	浸出、萃取装备高效，通风良好		净化装备高效	
3			自动控制系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制		浸出过程主要参数自动控制	
4				电解	/	0.1	电解全过程自动控制		电解过程主要参数自动控制	
5				除杂	/	0.1	除杂全过程自动控制		除杂过程主要参数自动控制	
6			废气的收集与处理		/	0.1	电解过程产生的氯气有完善的收集回用设施；浸出、萃取过程产生废气的各种槽罐密闭		电解过程产生的氯气有完善的收集回用设施；浸出、萃取过程产生废气的各种槽罐半密闭	
7			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备			
8			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备			
9	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	原料为氧化钴矿、碳酸钴料、钴渣	kgce/t 钴	0.5	≤3900	≤4000	≤4100	
10			单位产品新鲜水耗※		m <sup>3</sup> /t 钴	0.5	≤180	≤200	≤220	
11	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	钴※	%	0.5	≥98	≥96	≥95	
12			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥95	≥90	≥85	
13			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80	
14	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）	Hg※	g/t 钴	0.35	≤5		≤10	
15				Cr※	g/t 钴	0.35	≤120		≤140	
16				Co	g/t 钴	0.30	≤60		≤80	

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
17	产品特征指标	0.04	钴	/	1	符合 YS/T255 对钴的质量标准要求			
18	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※	/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			
19			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置			
20			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
21			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		
22			环保设施运行管理	/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全			
23			环境应急※	/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生			
注：带※的指标为限定性指标。									

表9 钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（钴粉体材料）

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.2	浸出—萃取—净化-沉淀-煅烧（还原）工艺			
2			生产装备		/	0.2	浸出、萃取装备高效，通风良好		浸出、萃取装备高效，通风较好	
3			装备、自动控制系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制		
4				除杂	/	0.1	除杂全过程自动控制	除杂过程主要参数自动控制		
5			废气的收集与处理		/	0.2	产生废气的各种槽罐密闭		产生废气的各种槽罐半密闭	
6			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备			
7			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备			
8	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	原料为氧化钴矿、碳酸钴料、钴渣	kgce/t 钴	0.5	≤4300	≤4500	≤4800	
9			单位产品新鲜水耗※		m³/t 钴	0.5	≤180	≤200	≤220	
10	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	钴※	%	0.5	≥97		≥95	
11			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥95	≥90	≥85	
12			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80	
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）	Hg※	g/t 钴	0.35	≤5		≤10	
14			Cr※	g/t 钴	0.35	≤10		≤20		
15			Co	g/t 钴	0.30	≤250		≤400		
16	产品特征指标	0.04	钴粉		/	1	符合 YS/T 673 对还原钴粉的产品质量标准			
17	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度			

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
18			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置			
19			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
20			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		
21			环保设施运行管理	/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全			
22			环境应急※	/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生			
注：带※的指标为限定性指标。									

## 5 评价方法

### 5.1 二级指标权重值调整

当镍钴行业企业实际生产过程中某类一级指标项下二级指标项数少于表中相同一级指标项下二级指标项数时，需对该类一级指标项下各二级指标分权重值进行调整，调整后的二级指标分权重值计算公式为：

$$\omega_{ij}' = \omega_{ij} \cdot \left( W_i / \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij}'' \right) \quad (5-1)$$

函数建立式中： $\omega_{ij}'$ —为调整后的二级指标项分权重值； $\omega_{ij}$ —为原二级指标分权重值； $W_i$ —为第*i*项一级指标的权重值； $\omega_{ij}''$ 为实际参与考核的属于该一级指标项下的二级指标得分权重值；*i*—为一级指标项数，*i*=1.....*m*；*j*—为二级指标项数，*j*=1.....*n<sub>i</sub>*。

### 5.2 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于不同，不能直接比较，需要建立原始指标的隶属函数。

$$Y_{gk}(X_{ij}) = \begin{cases} 100, & X_{ij} \in gk \\ 0, & X_{ij} \notin gk \end{cases} \quad (5-2)$$

式中， $X_{ij}$ 表示第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标； $gk$ 表示二级指标基准值，其中 $g_1$ 为I级水平， $g_2$ 为II级水平， $g_3$ 为III级水平； $Y_{gk}(X_{ij})$ 为二级指标 $X_{ij}$ 对于级别 $gk$ 的函数。

如（公式 5-2）所示，若指标 $X_{ij}$ 属于级别 $gk$ ，则函数的值为 100，否则为 0。

### 5.3 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到评价对象在不同级别 $gk$ 的得分 $Y_{gk}$ ，公式为：

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m (W_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{gk}(X_{ij})) \quad (5-3)$$

式中， $W_i$ 为第*i*个一级指标的权重， $\omega_{ij}$ 为第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的权重，其中 $\sum_{i=1}^m W_i = 1$ 、 $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij}$ 、*m*为一级指标的个数，*n<sub>i</sub>*为第*i*个一级指标下二级指标的个数。另外， $Y_{g1}$ 等同于 $Y_I$ ， $Y_{g2}$ 等同于 $Y_{II}$ ， $Y_{g3}$ 等同于 $Y_{III}$ 。

### 5.4 镍钴行业清洁生产企业的评定

本标准采用限定指标和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标达到III级水平的基础是，采用指标分级加权评价方法，计算行业清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数，确定清洁生产水平等级。

对镍钴行业企业清洁生产水平的评价，是以其清洁生产综合评价指数为依据，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为I级、II级、III级。

不同等级的清洁生产企业的综合评价指数如表 10。

表 10 镍钴行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

清洁生产水平等级	清洁生产综合评价指数
I 级	同时满足：Y <sub>I</sub> ≥ 85；限定性指标全部满足 I 级基准值要求
II 级	同时满足：Y <sub>II</sub> ≥ 85；限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上
III 级	满足 Y <sub>III</sub> = 100

## 6 指标解释与数据来源

### 6.1 指标解释

#### 6.1.1 单位产品综合能耗

单位综合能耗是指在一定的计量时间内，采矿、选矿、冶炼生产工艺能源单耗与采矿、选矿、冶炼生产工艺单位辅助能耗及损耗分摊量之和。

①采矿单位综合能耗：

$$E_c = \frac{E_{ci}}{Q_c} \quad (6-1)$$

式中：E<sub>c</sub>—采矿单位综合能耗，kgce/t；

E<sub>ci</sub>—采矿工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量，kgce；

Q<sub>c</sub>—采掘总量，t。

②选矿单位综合能耗：

$$E_x = \frac{E_{xi}}{Q_x} \quad (6-2)$$

式中：E<sub>x</sub>—选矿单位综合能耗，kgce/t；

E<sub>xi</sub>—选矿工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量，kgce；

Q<sub>x</sub>—处理的矿石总量，t。

③冶炼单位综合能耗：

$$E_p = \frac{E_{pi}}{Q_p} \quad (6-3)$$

式中：E<sub>p</sub>—冶炼单位综合能耗，kgce/t；

E<sub>pi</sub>—冶炼工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量，kgce；

Q<sub>p</sub>—冶炼产品总量，t。

#### 6.1.2 单位产品新鲜水耗

单位产品新鲜水耗是指在一定的计量时间内，生产单位产品或完成单位工作量而消耗的新水量。

①采矿、选矿单位产品新鲜水耗:

$$R_w = \frac{V_w}{Q_w} \quad (6-4)$$

式中:  $R_w$ —采矿、选矿单位产品新鲜水耗, t/t;

$V_w$ —生产产品而消耗的新水量, t;

$Q_w$ —原矿总量, t。

②冶炼单位产品新鲜水耗:

$$R_p = \frac{V_p}{Q_p} \quad (6-5)$$

式中:  $R_p$ —冶炼单位产品新鲜水耗, t/t;

$V_p$ —生产产品而消耗的新水量, t;

$Q_p$ —冶炼产品总量, t。

### 6.1.3 开采回采率

开采回采率指从某一采场或矿块内采出的矿石(或金属)总量与此采场或矿块拥有的矿石(或金属)总储量的比值。其计算公式为:

$$K = \frac{Q_i \times [1 - R_d]}{Q_o} \times 100\% \quad (6-6)$$

式中:  $K$ —开采回采率, %;

$Q_i$ —区域采出矿石(金属)量, t;

$Q_o$ —区域矿石(金属)总储量, t;

$R_d$ —贫化率, %。

### 6.1.4 废石综合利用率

废石综合利用率是在一定的计量时间内,回收利用的废石量与同期废石产生量之比。

$$R_f = \frac{X_{FR}}{X_{FP}} \times 100\% \quad (6-7)$$

式中:  $R_f$ —废石综合利用率, %;

$X_{FR}$ —回收利用的废石量, t;

$X_{FP}$ —同期废石产生量, t。

### 6.1.5 土地复垦率

土地复垦率是已恢复的土地面积与被破坏土地的面积之比(以百分率表示)。这里指可复垦率。

$$R_c = \frac{S_c}{S_d} \times 100\% \quad (6-8)$$

式中： $R_c$ —土地复垦率，%；

$S_c$ —复垦面积， $m^2$ ；

$S_d$ —破坏面积， $m^2$ 。

#### 6.1.6 工业用水重复利用率

工业水重复利用率是指在一定的计量时间内，在生产过程中使用的重复利用水量与总用水量的百分比。

总用水量是指生产过程中取用新鲜水量和重复利用水量之和。

$$R = \frac{W_r}{W_t + W_r} \times 100\% \quad (6-9)$$

式中： $R$ —工业水重复利用率，%；

$W_r$ —总重复利用水量（包括循环水量和串联使用水量）， $m^3$ ；

$W_t$ —总生产过程中新鲜水量， $m^3$ 。

#### 6.1.7 尾矿综合利用率

尾矿综合利用率是指在一定的计算时间内（年），尾矿综合回收利用量与同期尾矿产生量的百分比。

$$R_x = \frac{X_r}{X_o} \times 100\% \quad (6-10)$$

式中： $R_x$ —尾矿综合利用率 %；

$X_r$ —尾矿综合回收利用量，t；

$X_o$ —尾矿产生量，t。

#### 6.1.8 选矿回收率

在一定的计量时间内，精矿中的金属(有用组分)的数量与原矿中金属(有用组分)的数量百分比。

$$\varepsilon = \frac{\beta \cdot Q_x}{\alpha \cdot Q_u} \times 100\% \quad (6-11)$$

式中： $\varepsilon$ —选矿回收率，%；

$\alpha$ —原矿或给矿品位；

$Q_u$ —原矿重量；

$\beta$ —精矿品位；

$Q_x$ —精矿重量。

#### 6.1.9 冶炼回收率

冶炼过程回收的有价值组分量占原料中该组分总量的百分数。

$$\varepsilon_f = \frac{Q_p}{Q_o} \times 100\% \quad (6-12)$$

式中： $\varepsilon_f$ —冶炼综合回收率，%；

$Q_o$ —冶炼原料中金属的质量，t；

$Q_p$ —冶炼产品中镍钴（或有价金属）的质量，t。

#### 6.1.10 工业固废综合利用率

在一定的计算时间内，冶炼过程中产生的工业固废综合回收利用量与同期工业固废产生量的百分比。

$$R_G = \frac{X_{GR}}{X_{GP}} \times 100\% \quad (6-13)$$

式中： $R_G$ —工业固废综合利用率，%；

$X_{GR}$ —工业固废综合回收利用量，t；

$X_{GP}$ —同期工业固废产生量，t。

#### 6.1.11 总硫利用率

原料中的硫在冶炼过程中通过各种回收方式进行综合利用所达到的利用率，不包括进入水淬渣中的硫、废气末端治理产生的废渣及尾气排入环境中的硫；废气中低浓度二氧化硫治理回收生产副产品，计入总硫利用率。

$$R_s = \frac{P_s}{S_s} \times 100\% \quad (6-14)$$

式中： $R_s$ —总硫利用率，%；

$P_s$ —冶炼过程中得到回收利用的硫总量，t/a；

$S_s$ —原料中含硫量，t/a。

#### 6.1.12 总硫捕集率

综合回收利用的硫量及产品、废渣含硫量之和与原料中含硫总量的百分比。

$$R_B = \frac{P_s + C_s + F_s}{S_s} \times 100\% \quad (6-15)$$

式中： $R_B$ —总硫捕集率，%；

$P_s$ —冶炼过程中得到回收利用的硫总量，t/a；

$C_s$ —产品中的含硫总量，t/a；

$F_s$ —废渣含硫量，t/a；

$S_s$ —原料中含硫量，t/a。

#### 6.1.13 污染物产生指标

①单位产品选矿废水中污染物产生量

尾矿库既是选矿厂的生产设施也是环保设施。

$$W_c = \frac{W_p + W_H}{K_Q} \quad (6-16)$$

式中： $W_c$ —单位产品选矿废水污染物产生量，t/t；

$W_p$ —单位时间尾矿库废水中污染物排放量，t；

$W_H$ —单位时间尾矿库废水中污染物回用量，t；

$K_Q$ —单位时间内处理的原矿量，t。

②单位产品冶炼废水中污染物产生量

目前绝大多数企业废水处理后全部回用，以废水处理总站进水中污染物的量作为废水中污染物产生量指标。

$$W_c = \frac{W_J}{K_Q} \quad (6-17)$$

式中： $W_c$ —单位产品冶炼废水污染物产生量，t/t；

$W_J$ —单位时间冶炼厂废水处理总站处理进水污染量，t；

$K_Q$ —单位时间冶炼产品总产量，t。

③单位产品冶炼废气污染物产生量

冶炼主要工艺末（包括备料车间及输送、制酸烟气、环集烟气等，不包含渣选矿等其他非主要流程工艺）端治理前废气量。

$$Q_c = \frac{Q_{CZ}}{K_Q} \quad (6-17)$$

式中： $Q_c$ —单位产品冶炼废气污染物产生量，t/t；

$Q_{CZ}$ —单位时间冶炼废气产生总量，t；

$K_Q$ —单位时间冶炼产品总产量，t。

## 6.2 数据来源

### 6.2.1 统计

企业的原材料和新鲜水的消耗量、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等，以年报或考核周期报表为准。

### 6.2.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用指标也可以在考核周期内用实测方法取得，考核周期一般不少于一个月。

### 6.2.3 采样和监测

本指标体系污染物产生指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用表7所列测定

方法。

表11 污染物指标监测采样点及分析方法

监测项目	测点位置	监测采样及分析方法
COD <sub>cr</sub>	尾矿库回水口	参照 GB 25467 规定的监测方法标准
Pb	废水处理站进水口、尾矿库回水口	
Cd		
Ni		
Co		
Cr		
Hg		
As		
粉尘		
二氧化硫	废气排口	参照 GB 25467 规定的监测方法标准
氮氧化物		
镍及其化合物		
汞及其化合物		
镉及其化合物		
铅及其化合物		
砷及其化合物		